



Рис. 1. Результаты расчетов

снижается концентрация высоковязкого компонента, что позволяет увеличивать продолжительность межпромысловых циклов, причем концентрация целевого продукта увеличивается.

Работа выполнена при поддержке гранта Президента Российской Федерации для государственной поддержки молодых российских ученых №МК-163.2020.3.

Список литературы

1. Borovinskaya E.S. et al. Kinetic study and modeling of the Rh-catalyzed hydrosilylation of acetophenone in a batch reactor and in a micro-reactor // *Reaction Kinetics, Mechanisms and Catalysis*, 2011. – V.104. – №2. – P.345.
2. Dolganova I.O., Dolganov I.M., Ivanchina E.D., Ivashkina E.N. Alkylaromatics in Detergents Manufacture: Modeling and Optimizing Linear AlkylbenzeneSulfonation / *Journal of Surfactants and Detergents*, 2018. – V.21. – №1. – P.175–184.

ИССЛЕДОВАНИЕ ПИРОЛИЗА УГЛЕВОДОРОДНОГО СЫРЬЯ С УЧЕТОМ ПРОЦЕССА КОКСООБРАЗОВАНИЯ

И.М. Долганов, Н.А. Чиркина
Научный руководитель – к.т.н., доцент И.М. Долганов

Национальный исследовательский Томский политехнический университет
634050, Россия, г. Томск, пр. Ленина 30, n.chirkina96@bk.ru

В современном мире при наличии различных возможностей моделирование набирает большую популярность, так как оно решает огромное количество вопросов за относительно непродолжительный срок. Благодаря моделированию разрабатывают и проектируют новые производства, анализируют их работу и при этом ее оптимизируют, приводя к минимуму затраты инженерного труда и других средств. Именно поэтому математическое моделирование используют для прогнозирования и оптимизации режимов и схем эксплуатации промышленных аппаратов и оборудования, в том числе в этом направлении начали изучать и процесс пиролиза углеводородного сырья еще в 70-х годах [1].

Модернизация высокотемпературного процесса пиролиза направлена в основном на развитие двух направлений – совершенствование технологии и выбор оптимальных режимов работы с использованием математического моделирования. При модернизации технологии рассматривают работу горелочных устройств, процесс запуска оборудования, выбор катализаторов и различных технологических средств, а при оптимизации режимов происходит подбор технических параметров. Благодаря своим возможностям наиболее популярны детерминированные модели, в которых происходит исследование процесса в целом, в том числе и при изменении различных технологических, в отличие от стохастических.

Наиболее полная математическая модель формирует адекватную систему описание моделируемого процесса. Так как пиролиз является весьма сложным процессом и его механизм описывается несколькими сотнями реакций, в которых взаимодействуют более сотни компонентов, используют агрегирование, благодаря которому сокращают объем работы отсечением незначительных реакций [2]. Выбор реакций и их количества зависит от поставленной цели перед работой, насколько детальной должна быть модель.

Основной процесс производства олефинов протекает в трубчатых печах, которые просты и надежны в эксплуатации, но в процессе пиролиза образуются вещества с повышенным содержанием углерода, в частности это непредельные соединения, которые формируют (происходит дегидрирование алканов) и откладывают на поверхности реактора кокс, что является огромным недостатком данного оборудования. Данный процесс неблагоприятно сказывается на долговечности оборудования, а именно прочности стали, так как влечет за собой такие эффекты как «ползучесть» или «намагниченность». Помимо вреда оборудованию в результате утол-

щения стенки змеевиков уменьшается теплопередача процесса, при котором происходит снижение производительности печи, поэтому появляется необходимость в увеличении расхода топлива [3].

На скорость коксоотложения влияет ряд факторов: температура реакции, парциальное давление реагирующих веществ и пленочный эффект, а также массоперенос ранее образованного кокса и уплотнение пристеночного слоя. Поэтому, помимо протекания реакций превращения основных компонентов с определенными скоростями, необходимо учитывать и скорость коксоотложения, которая зависит в основном от скорости потока в реакторе, его диаметра и от постоянно растущей толщины слоя образованного кокса [4].

Таким образом, нестационарная модель процесса пиролиза углеводородного сырья для получения мономеров учитывает физико-химические закономерности протекания реакций, а также процесс коксообразования. С помощью данной модели исследовано влияние состава сырья и режимных параметров на показатели качества продукции и динамика накопления кокса.

Список литературы

1. Пиролиз углеводородного сырья / Мухина Т.Н., Барабанов Н.Л., Бабаиш С.Е. и др. – М.: Химия, 1987, 240 с.
2. Математическое моделирование нестационарного процесса пиролиза углеводородов. Самедов Ф.А. // Нефтехимия, 2019. – Т.59. – №2. – С.143–151.
3. Андреева М.М. Коксообразование при пиролизе углеводородного сырья // Вестник Казанского технологического университета, 2014. – №2. – [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://cyberleninka.ru/article/n/koksoobrazovanie-pri-pirolize-ugledovodorodnogo-syrya>, свободный.
4. Fernandez-Baujin J.M., Solomonov S.M. // Oil a. Gas J., 1976. – V.74. – №31. – P.94–95.

КОНВЕРСИЯ ТЯЖЕЛЫХ НЕФТЯНЫХ ОСТАТКОВ МЕТОДОМ БЫСТРОГО КОКСОВАНИЯ В УСТАНОВКЕ ОКИСЛИТЕЛЬНОГО ПИРОЛИЗА

А.А. Егоровский, К.В. Орлова

Научные руководители – д.х.н. А.В. Восмерилов, к.ф.-м.н. Ю.В. Фещенко

Институт химии нефти СО РАН

634055, Россия, г.Томск, пр. Академический 4

ООО «Научно производственное объединение ЭТН-Циклон»

634009, Россия, г.Томск, Ленина 206-б, ghost-in-dark@mail.ru

В настоящее время нефтехимическая промышленность в больших объемах потребляет продукты пиролиза (термического, окислитель-

ного) нефтяных фракций (бензины, керосины, газойли), которые используются для производства пластмасс, синтетических нитей, резины и